

Wpływ stymulatora NANO-GRO® na wybrane cechy wartości użytkowej fasoli zwykłej *Phaseolus vulgaris* L.

¹Anna Kocira, ²Sławomir Kocira, ³Marek Szmigielski, ³Anna Piecak

¹Instytut Nauk Rolniczych, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie, ul. Wojsławicka 8b, 22-100 Chełm, Polska

²Katedra Eksploatacji Maszyn i Zarządzania Procesami Produkcyjnymi, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

³Katedra Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Głęboka 28, 20-612 Lublin, Polska

Abstrakt. NANO-GRO® jest organicznym stymulatorem wzrostu zawierającym siarczany Fe, Co, Al, Mg, Mn, Ni i Ag w stężeniach nanomolowych. Najczęściej jest on stosowany w formie przedsięwzięcia moczenia nasion, jednakże nie zawsze ta forma aplikacji jest efektywna. Brak doniesień dotyczących wpływu stosowania stymulatora NANO-GRO® na cechy wartości użytkowej roślin bobowatych był przyczyną przeprowadzenia niniejszych badań. Celem badań była ocena wpływu różnych form aplikacji NANO-GRO® na plon i jakość nasion fasoli zwykłej odmiany Aura. Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2012–2014 na obiekcie doświadczalnym Instytutu Nauk Rolniczych Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Chełmie. W okresie wegetacji zastosowano cztery formy aplikacji preparatu: moczenie nasion, moczenie nasion i jednokrotne opryskiwanie roślin, jednokrotne opryskiwanie roślin oraz dwukrotne opryskiwanie roślin. Po zbiorze roślin określono liczbę i masę nasion, liczbę strąków i masę tysiąca nasion. Zbadano też zawartość białka w nasionach fasoli. Uzyskane wyniki porównywano z kombinacją kontrolną, w której nie stosowano preparatu. Najkorzystniej na parametry plonotwórcze fasoli i zawartość białka w nasionach wpłynęło dwukrotne stosowanie NANO-GRO® w formie oprysku.

słowa kluczowe: białko, fasola, NANO-GRO®, plon

WSTĘP

Poszukiwanie nowych, alternatywnych rozwiązań wpływających na wzrost, rozwój i plonowanie roślin stało się współczesnym wyzwaniem dla nauki. Pojawiają się preparaty stymulujące procesy metaboliczne rośliny, także w przypadku wystąpienia niekorzystnych warunków do jej uprawy, do których należą m.in. biostymulatory czy stymulatory wzrostu pochodzenia organicznego. Wzrasta również zainteresowanie preparatami agrohomoopatycznymi,

które, pomimo że zawierają składniki pokarmowe w niewielkich ilościach, stymulują wzrost i rozwój roślin (Donadon i in., 2011). NANO-GRO® jest organicznym stymulatorem wzrostu w postaci oligosacharydowych granulki zawierających siarczany pierwiastków (Fe, Co, Al, Mg, Mn, Ni i Ag) w stężeniach nanomolowych. Zastosowanie tego preparatu uruchamia system obronny rośliny przed stresem, wpływając korzystnie na jej wzrost, rozwój i plonowanie. Przedsięwzięcie biokondycjonowanie nasion w preparacie NANO-GRO® zwiększa energię i zdolność kiełkowania nasion (Jankowski i in., 2013), a w połączeniu z Tytanitem stosowanym dolistnie zwiększa odporność roślin na porażenie przez patogeny i abiotyczne czynniki stresowe oraz indukuje procesy metaboliczne poprawiając wigor roślin (Janas, 2011). W efekcie widoczna jest zwiększona plonowania roślin (Doleżał, 2010; Janas, 2011; Jędrszczyk i Ambroszczyk, 2016). Preparaty stymulujące wzrost roślin mogą być też oparte na wyciągach z alg morskich, wolnych aminokwasach, związkach humusowych, efektywnych mikroorganizmach czy związkach fenolowych. Stosowane w uprawach roślin pozytywnie wpływają na przebieg fotosyntezy, regulują gospodarkę wodną, zwiększają zawartość związków organicznych i mineralnych, co w efekcie wpływa korzystnie na wielkość i jakość plonu (Kocira i in., 2015a; Kocira i in., 2015b; Kocira i in., 2016; Przybysz i in., 2014; Sosnowski i in., 2016).

Brak doniesień dotyczących wpływu stosowania stymulatora NANO-GRO® na cechy wartości użytkowej roślin bobowatych był przyczyną przeprowadzenia niniejszych badań. Dlatego też celem badań była ocena wpływu różnych form aplikacji NANO-GRO® na plonowanie i jakość nasion fasoli zwykłej odmiany Aura.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2012–2014 na obiekcie doświadczalnym Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Chełmie, w miejscowości Perespa

Autor do kontaktu:

Anna Kocira

e-mail: akocira@pwsz.chelm.pl,

tel. 601 194 882, tel./fax 82 562 06 14

(50°66'N; 23°63'E), w woj. lubelskim. Doświadczenie założono w układzie bloków losowych w 4 powtórzeniach, powierzchnia poletka doświadczalnego wynosiła 4,5 m² (1,35 m x 3,33 m). Nasiona fasoli zwykłej odmiany Aura (o białej okrywie nasiennej) wysiano w pierwszej dekadzie maja (4 maja 2012 oraz 1 maja 2013 i 2014 r.) na głębokość 3–4 cm, w rzędy co 45 cm, stosując obsadę 30 roślin/m². W badaniach zastosowano cztery formy aplikacji NANO-GRO® (producent AGARIUS Sp. z o.o.) – organicznego stymulatora wzrostu zawierającego siarczany Fe, Co, Al, Mg, Mn, Ni i Ag w stężeniach nanomolowych, oraz kombinację kontrolną – bez stosowania preparatu. Sposoby stosowania NANO-GRO®: moczenie nasion bezpośrednio przed siewem; moczenie nasion bezpośrednio przed siewem połączone z jednokrotnym opryskiwaniem roślin w fazie BBCH 12-13 (2–3 liście właściwe); jednokrotne opryskiwanie roślin w fazie BBCH 12-13 oraz dwukrotne opryskiwanie roślin w okresie wegetacji, w fazie BBCH 12-13 i w fazie BBCH 61 (początek kwitnienia). Nasiona moczone przed siewem przez 30 sekund w roztworze przygotowanym zgodnie z zaleceniem producenta, tj. uzyskany z rozpuszczenia 1 granulki NANO-GRO® w 1 l wody. Natomiast oprysk roślin w okresie wegetacji wykonywano roztworem (przygotowanym zgodnie z zaleceniem producenta) uzyskany z rozpuszczenia 1 granulki w 20 l wody, za pomocą opryskiwacza plecakowego akumulatorowego GARLAND FUM 12B. Zastosowano rozpylacz Lechler LU 120-03, ciśnienie robocze 0,30 MPa, zużywając 300 l cieczy roboczej na 1 ha. Uprawę gleby przeprowadzono zgodnie z zasadami dobrej praktyki rolniczej. Nawożenie mineralne stosowano na stałym poziomie w obrębie wszystkich kombinacji doświadczalnych w dawce 30 kg N·ha⁻¹, 60 kg P·ha⁻¹ i 120 kg K·ha⁻¹. W uprawie nie stosowano pestycydów, gdyż patogeny i szkodniki nie przekroczyły

progów szkodliwości. Po zbiorze roślin w pierwszej dekadzie sierpnia (7 sierpnia 2012, 3 sierpnia 2013 i 11 sierpnia 2014 r.) określono liczbę strąków (szt.·m⁻²), liczbę (szt.·m⁻²) i masę (g·m⁻²) nasion oraz masę tysiąca nasion (g). Zbadano także zawartość białka ogólnego (g·kg⁻¹ s.m) w nasionach fasoli znormalizowaną metodą według AOAC (1990). Otrzymane wyniki porównywano z kombinacją kontrolną, w której nie stosowano preparatu. Nasiona z kombinacji kontrolnej moczone też przez 30 sekund w czystej wodzie. Rośliny w kombinacji kontrolnej opryskiwano czystą wodą. Warunki pogodowe panujące podczas okresu wegetacji przedstawiono w tabeli 1.

Analizy statystyczne wykonano za pomocą programu Statistica 10PL firmy StatSoft®. Normalność rozkładu zmienionych zbadano za pomocą testu Shapiro-Wilka. Do opracowania uzyskanych wyników badań zastosowano analizę wariancji ANOVA. Istotność różnicowania średnich określono za pomocą testu Tukeya przy poziomie istotności $\alpha < 0,05$.

WYNIKI

Przeprowadzone trzyletnie doświadczenie polowe wykazało, że każdy sposób aplikacji NANO-GRO®, szczególnie w formie oprysku, zwiększał liczbę nasion na 1 m² w porównaniu z kontrolą (tab. 2). Przyrost liczby nasion był zawsze największy po zastosowaniu dwukrotnego opryskiwania NANO-GRO®, szczególnie w roku 2014, w którym odnotowano o 105% więcej nasion niż w kombinacji kontrolnej. W pierwszych dwóch latach badań po dwukrotnej aplikacji preparatu w formie oprysku stwierdzono wzrost liczby nasion o 22% i o 12%. Najkorzystniej na zwiększenie masy nasion z 1 m² wpłynęło dwukrotne stosowanie preparatu w formie opryskiwania roślin (tab. 2). Podobnie jak w przypadku liczby nasion największy przyrost masy nasion stwierdzono w ostatnim roku badań

Tabela 1. Temperatura [°C] i opady [mm] podczas okresu wegetacji fasoli
Table 1. Temperature [°C] and rainfall [mm] during the vegetation seasons of common bean.

Miesiące Months	Lata; Years					
	2012		2013		2014	
	temperatura temperature (min./max.)	opady rainfall	temperatura temperature (min./max.)	opady rainfall	temperatura temperature (min./max.)	opady rainfall
Maj May	16,1 (0,5/28,7)	90,2	15,9 (6,3/26,0)	116,6	13,7 (0,5/27,7)	208,3
Czerwiec June	16,2 (7,8/31,2)	101,3	17,9 (8,8/29,6)	77,3	16,1 (6,7/28,9)	67,1
Lipiec July	21,6 (7,3/33,4)	79,6	20,4 (12,1/31,2)	88,3	20,3 (10,0/31,0)	104,2
Sierpień August	18,2 (6,9/31,6)	85,7	18,9 (6,8/33,4)	112,6	18,2 (6,3/34,0)	115,4
Średnia Average	18,0	356,8	18,3	394,8	17,1	495,0

Tabela 2. Liczba i masa nasion *Phaseolus vulgaris* L. w zależności od sposobu aplikacji NANO-GRO®
Table 2. Number and weight of grains of *Phaseolus vulgaris* L. effected by NANO-GRO® application.

Metoda aplikacji Application method	Liczba nasion [szt. · m ⁻²] Number of grains per m ²			Masa nasion [g · m ⁻²] Weight of grains [g m ⁻²]		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014
K	697 a	770 a	529 a	286,1 a	328,2 a	232,0 a
MN	712 ab	788 ab	866 b	300,2 ab	337,6 ab	348,3 b
MN+PO	814 ab	848 bc	924 bc	331,3 ab	357,5 ab	372,7 bc
PO	785 ab	784 ab	935 bc	338,2 ab	341,2 ab	396,8 bc
DO	853 b	863 c	1087 c	357,8 b	376,0 b	441,0 c

Objaśnienie; Abbreviations: K – kontrola, control; MN – moczenie nasion, soaking seeds; MN+PO – moczenie nasion + pojedynczy oprysk, soaking seeds + single spraying; PO – pojedynczy oprysk, single spraying; DO – dwukrotny oprysk, double spraying

Średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy $p < 0,05$; Means in the columns, on the selected features, followed by different small letters are significantly different at $p < 0,05$

Tabela 3. Liczba strąków i masa tysiąca nasion *Phaseolus vulgaris* L. w zależności od sposobu aplikacji NANO-GRO®
Table 3. Number of pods and weight of thousand grains of *Phaseolus vulgaris* L. effected by NANO-GRO® application.

Metoda aplikacji Application method	Liczba strąków [szt. m ⁻²] Number of pods per m ²			Masa tysiąca nasion [g] Weight of thousand grains [g]		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014
K	220 a	224 a	196 a	410,5 a	426,1 a	437,3 a
MN	230 ab	236 ab	309 b	422,3 a	428,4 a	400,4 a
MN+PO	256 b	247 b	316 b	405,8 a	421,6 a	404,6 a
PO	251 ab	232 ab	299 b	432,3 a	435,1 a	424,3 a
DO	259 b	249 b	332 b	419,7 a	435,8 a	405,5 a

Objaśnienie; Abbreviations: patrz Tabela 2; see Table 2.

Średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy $p < 0,05$; Means in the columns, on the selected features, followed by different small letters are significantly different at $p < 0,05$

– wzrost o 90% w porównaniu z kombinacją kontrolną. Natomiast w pierwszym i drugim roku badań po dwukrotnej aplikacji NANO-GRO® zanotowano zwiększenie masy nasion odpowiednio o 25 i 15% w porównaniu z kontrolą.

Liczba strąków uzyskana z 1 m² potwierdziła korzystny wpływ NANO-GRO® na plonowanie fasoli (tab. 3). Najkorzystniej na badaną cechę wpłynęło dwukrotne stosowanie preparatu w formie oprysku, zwiększając o 18%

(w 2012 r.), 11% (w 2013 r.) i 69% (w 2014 r.) liczbę strąków w odniesieniu do kontroli. Nie stwierdzono wpływu stosowania preparatu na masę tysiąca nasion.

Aplikacja NANO-GRO® korzystnie wpłynęła na jakość uzyskiwanego plonu, zwiększając zawartość białka w nasionach fasoli (tab. 4). Najlepsze efekty uzyskano przy dwukrotnej dolistnej aplikacji stymulatora wzrostu zwiększającej o 12–25% zawartość białka w nasionach.

DYSKUSJA

Tabela 4. Zawartość białka w nasionach *Phaseolus vulgaris* L. w zależności od sposobu aplikacji NANO-GRO®

Table 4. Protein content in grains of *Phaseolus vulgaris* L. effected by NANO-GRO® application.

Metoda aplikacji Application method	Białko ogólne [g · kg ⁻¹ s.m.] Crude protein [g kg ⁻¹ DM]		
	2012	2013	2014
K	19,2 a	21,5 ab	21,7 a
MN	21,3 ab	23,8 bc	23,9 b
MN+PO	23,9 ab	23,9 bc	24,3 c
PO	21,6 ab	19,1 a	24,0 b
DO	24,0 b	25,3 c	24,4 c

Objaśnienie; Abbreviations: patrz Tabela 2; see Table 2.

Średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy $p < 0,05$; Means in the columns, on the selected features, followed by different small letters are significantly different at $p < 0,05$

W produkcji rolniczej ważne jest nie tylko uzyskanie wysokiego plonu roślin, ale też zapewnienie jak najwyższej jego jakości. W okresie wegetacji roślina jest narażona na działanie abiotycznych i biotycznych czynników stresowych, które negatywnie wpływają na parametry plonotwórcze roślin. Szczególnie rośliny w początkowej fazie wzrostu i rozwoju są wrażliwe na działanie takich czynników. Jankowski i in. (2013) wykazali, że moczenie nasion wybranych gatunków traw i roślin bobowatych w roztworze Nano-Gro zwiększa energię i zdolność kiełkowania nasion oraz w sposób zróżnicowany wpływa na wzrost siewek.

Przedsięwzięcie biokondycjonowanie nasion rokiety siewnej w roztworze Nano-Gro zwiększało odporność ro-

ślin na czynniki stresowe (choroby, niekorzystne warunki klimatyczne), sprzyjając indukcji procesów metabolicznych poprzez zwiększenie zawartości chlorofilu w liściach, co w efekcie przyczyniło się do zwiększenia plonu nasion (Janas, 2011). Autorka potwierdziła też korzystny wpływ przedsięwzięcia moczenia nasion w roztworze Nano-Gro na jakość plonu, gdyż uzyskane nasiona charakteryzowały się większą energią i zdolnością kiełkowania.

Grzyś (2012) stwierdził, że efektywność działania na rośliny zależna jest od sposobu aplikacji biostymulatora. Do podobnych wniosków doszedł Doleżał (2010), który stwierdził, że aplikacja NANO-GRO® w uprawie jęczmienia i rzepaku pozytywnie wpłynęła na plonowanie roślin, jednakże końcowy efekt zależny był od metody aplikacji stymulatora. Najlepsze efekty uzyskano przy moczeniu nasion w połączeniu z jednokrotnym opryskiwaniem jęczmienia oraz przy dwukrotnym opryskiwaniu rzepaku (Doleżał, 2010). W badaniach własnych stwierdzono, że najkorzystniejszą jest wielkość i jakość plonu poprzez zwiększenie liczby strąków, liczby i masy nasion z 1 m² oraz zawartości białka wpłynęło dwukrotne stosowanie NANO-GRO® w formie opryskiwania roślin. Prawdopodobnie związane jest to z faktem, że stosowanie stymulatorów wzrostu na początku kwitnienia poprawia plonowanie roślin. Potwierdzają to wyniki uzyskane przez Doleżała (2010), w których dwukrotne opryskiwanie rzepaku, gdzie drugi oprysk przeprowadzono na początku kwitnienia, najkorzystniej wpłynęło na plonowanie roślin. W badaniach własnych najlepsze wyniki uzyskano w ostatnim roku badań, kiedy wystąpiły warunki stresowe dla roślin. W maju w okresie początkowego wzrostu roślin zanotowano niską temperaturę 0,5°C, a w fazie od formowania pędów do początku kwitnienia – najniższe opady atmosferyczne (67,1 mm). Potwierdzają to wyniki innych autorów, którzy zanotowali po zastosowaniu stymulatorów wzrostu różnego pochodzenia wzrost plonowania roślin rosnących w niekorzystnych warunkach (Dobromilska, 2007; Gulluoglu i in., 2006; Matysiak i in., 2012).

Jędraszczyk i Ambroszczyk (2016) potwierdziły, że sposób aplikacji NANO-GRO® w różnicowany sposób wpływa na wzrost roślin oraz wielkość i jakość plonu. Autorzy wykazali, że stosowanie w uprawie polowej pomidora stymulatora w formie przedsięwzięcia moczenia nasion pozytywnie wpływało na wysokość roślin, grubość łodygi u podstawy, plon handlowy owoców oraz zawartość w nich β-karotenu. Pojedyncze opryskiwanie roślin pomidora najkorzystniej wpłynęło na zawartość likopenu w owocach, jednakże przy dwukrotnej aplikacji stymulatora (moczenie nasion + pojedyncze opryskiwanie roślin) stwierdzono jego najmniejszą zawartość. Ponadto aplikacja NANO-GRO® spowodowała zwiększenie zawartości potasu w owocach pomidora, ale i zmniejszenie w nich zawartości fosforu i wapnia w porównaniu z kontrolą (Jędraszczyk, Ambroszczyk, 2016). Dwukrotne opryskiwanie pomidora uprawianego w szklarni stymulatorem NANO-GRO® korzystnie wpłynęło na wartość odżywczą owoców, zwiększając

szając w nich zawartość cukrów ogółem, kwasów organicznych, suchej masy i fosforu (Ambroszczyk i in., 2016).

Reakcja roślin nawet w obrębie gatunku jest zależna od odmiany, co potwierdziły wcześniejsze badania. Kocira i in. (2015c) stwierdzili, że połączenie przedsięwzięcia moczenia nasion fasoli zwykłej odmiany Toska (o czerwonej okrywie nasiennej) z opryskiwaniem roślin w fazie BBCH 12-13 najkorzystniej wpłynęło na plonowanie roślin i zawartość flawonoidów w nasionach. Natomiast dwukrotne opryskiwanie roślin roztworem NANO-GRO® (w fazie BBCH 12-13 i BBCH 61) najkorzystniej wpłynęło na zwiększenie aktywności antyoksydacyjnej i zawartości związków fenolowych w nasionach.

WNIOSKI

1. Stosowanie NANO-GRO® niezależnie od formy aplikacji korzystnie wpływa na plonowanie i zawartość białka w nasionach fasoli zwykłej odmiany Aura.
2. Najkorzystniej na zwiększenie liczby i masy nasion oraz liczby strąków fasoli z 1 m² wpływa dwukrotne stosowanie NANO-GRO® w formie opryskiwania roślin w fazie BBCH 12-13 i BBCH 61.
3. Zwiększenie zawartości białka w nasionach fasoli stwierdzono przy dwukrotnej dolistnej aplikacji preparatu.

PIŚMIENNICTWO

- Ambroszczyk A.M., Liwińska E., Bieźanowska-Kopeć R., 2016. Różnicowanie wartości odżywczej oraz prozdrowotnej owoców pomidora w zależności od zastosowanych stymulatorów wzrostu. ss. 173-182. W: Rola procesów technologicznych w kształtowaniu jakości żywności, Duda-Chodak A., Najgebauer-Lejko D., Drożdż I., Tarko T. (red.), Oddział Małopolski Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, Kraków.
- AOAC 1990. Official Methods of Analysis. 15th edition, Virginia, USA.
- Dobromilska R., 2007. Wpływ stosowania Tytanitu na wzrost i plon pomidora drobnoowocowego. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, CCCLXXXIII, Ogrodnictwo, 41: 451-454.
- Doleżał J., 2010. NANO-GRO® – pomocny roślinny přípravek – levná, přírodní a jednoduchá metoda zvyšování zemědělské produkce bez použití syntetických chemických sloučenin. Sborník z konference „Prosperující olejiny 2010”, ss. 133–135.
- Donadon M.F.B., Romano E.D.B., de Pinho W.R., Souza M.L.V., Nascimento P.H.A., Rodrigues M.R.L., Carneiro S.M.T.G., 2011. Germination of radish seeds (*Raphanus sativus*) treated with homeopathic drugs. International Journal of High Dilution Research, 10: 231-232.
- Grzyś E., 2012. Wpływ wybranych substancji biologicznie czynnych na kukurydzę uprawianą w warunkach stresu. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Monografie 145.
- Gulluoglu L., Arioglu H., Arslan M., 2006. Effects of some plant growth regulators and nutrient complexes on above-ground biomass and seed yield of soybean grown under heat-

- stressed environment. *Journal of Agronomy*, 5: 126–130. doi: 10.3923/ja.2006.126.130.
- Janas R., 2011.** Wpływ środków biologicznych o różnych mechanizmach działania na metabolizm roślin i jakość nasion rokiety siewnej. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 262: 197-206.
- Jankowski K., Deska J., Truba M., Jankowska J., 2013.** Impact on Nano-Gro stimulator on the seeds germination and growth kinetics of seedlings of selected grass and legumes species. *Environmental Protection and Natural Resources*, 24, 1(55): 23–26. DOI 10.2478/OSZN-2013-0004.
- Jędraszczak E., Ambroszczyk A.M., 2016.** The influence of NANO-GRO® organic stimulator on the yielding and fruit quality of field tomato. *Folia Horticulturae*, 28(1): 87-94. DOI: 10.1515/fhort-2016-0010.
- Kocira S., Kocira A., Szmigielski M., Piecak A., Sagan A., Malaga-Toboła U., 2015a.** Effect of an amino acids – containing biostimulator on common bean crop. *Przemysł Chemiczny*, 94(10): 1732-1736. doi:10.15199/62.2015.10.16.
- Kocira A., Kocira S., Stryjecka M., 2015b.** Effect of Asahi SL application on common bean yield. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 7: 103-107. doi:10.1016/j.aaspro.2015.12.045.
- Kocira A., Kocira S., Złotek U., Kornas R., Świeca M., 2015c.** Effects of Nano-Gro preparation applications on yield components and antioxidant properties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Fresenius Environmental Bulletin*, 24(11b): 4034-4041.
- Kocira A., Świeca M., Kocira S., Złotek U., Jakubczyk A., 2016.** Enhancement of yield, nutritional and nutraceutical properties of two common bean cultivars following the application of seaweed extract (*Ecklonia maxima*). *Saudi Journal of Biological Sciences*. doi:10.1016/j.sjbs.2016.01.039.
- Matysiak K., Kaczmarek S., Leszczyńska D., 2012.** Wpływ ekstraktu z alg morskich *Ecklonia maxima* na pszenicę ozimą odmiany Tonacja. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 57(4): 44-47.
- Przybysz A., Gawronska H., Gajc-Wolska J., 2014.** Biological mode of action of a nitrophenolates-based biostimulant: Case study. *Frontiers in Plant Science* 5 (12): 1-15. doi:10.3389/fpls.2014.00713.
- Sosnowski J., Malinowska E., Jankowski K., Redzik P., 2016.** Morpho-chemical diversity in *Festuca pratensis* and *Lolium perenne* depending on concentrations of *Ecklonia maxima* extract. *Applied Ecology and Environmental* 14(3): 369-379.

A. Kocira, S. Kocira, M. Szmigielski, A. Piecak

EFFECT OF NANO-GRO® STIMULATOR ON SELECTED COMPONENTS OF YIELD AND SEED QUALITY IN COMMON BEAN *PHASEOLUS VULGARIS* L.

Summary

The study was carried out in 2012–2014 in Poland. The effects of NANO-GRO® application on the yield and quality of seeds of *Phaseolus vulgaris* L. of Aura cultivar was studied. Nano-Gro is a preparation which contains oligosaccharide granules saturated with metal sulphates (Fe, Co, Al, Mg, Mn, Ni and Ag) in nanomolar concentrations. During the growing season, four methods to apply NANO-GRO® were tested: soaking seeds, soaking seeds and single spraying of plants (BBCH 12-13), single spraying of plants (BBCH 12-13) and double spraying of plants (BBCH 12-13 and BBCH 61). Upon harvesting, the number and weight of seeds, the number of pods and the weight of a thousand seeds were recorded. Protein content in seeds was determined. The four treatments with NANO-GRO® were compared with the control, where no preparation was applied. Double spraying of plants advantageously influenced the yield components and protein content in seeds.

Key words: bean, protein, NANO-GRO®, yield